# 二枚平行ガラス板を用いた薬液の収縮圧力測定に関する研究

東京都市大学	学生会員	○釜堀	瑞希
			1114 114

東京都市大学 正会員 末政 直晃

強化土エンジニヤリング株式会社 正会員 佐々木 隆光

#### <u>1. はじめに</u>

近年,液状化対策や耐震補強などの本施工に薬液注入工法を用いるケースが増加している.これは既設構造物を 供用しながら地盤改良を行えることや、設備がコンパクトであるといったメリットを持っているためである<sup>1)</sup>.し かし、薬液注入改良体が高い改良効果を発揮することは確認されているが、その強度発現メカニズムは明らかとな っていない、本研究では、薬液注入による改良効果の発現は土間隙中の薬液注入材の圧縮強度に加えて、薬液注入 材の体積収縮に起因する土粒子骨格の拘束効果に依存すると仮定し調査を行っている。そこで本報告では、表面の 状態が異なるガラス板を用い、ゲルの収縮に伴う圧力の測定を行った.

#### 2. 薬液注入改良体の強度発現メカニズム<sup>2)</sup>

諏訪らは図1に示す強度発現メカニズムを提案した.この薬液注入改良砂の強度発現は、ゲルの収縮が土粒子に より制限されることで発生する拘束圧 pi(収縮効果), 圧縮載荷時にゲルが土粒子骨格の変形に応じて作用する拘束 圧 p<sub>2</sub>(バンド効果), ゲルの粘着力による仮想拘束圧 p<sub>3</sub>(粘着効果)の重ね合わせによる. さらに間隙のゲルによるダイ レイタンシー増大効果により増加した内部摩擦角 φ'を用い,

一軸圧縮強度 qu'を想定できる以下の式を提案している.

$$q'_{u} = \frac{2 \sin \phi'}{1 - \sin \phi'} (p_{1} + p_{2} + p_{3})$$

なお、これらの要素の中でも、収縮効果による拘束圧 p1は 見掛けの拘束圧の85%を占めており、強度発現における重 要な因子とされている.

# 3. ゲルの収縮圧力測定

## 3-1. 実験概要

図2に測定に用いた実験装置を示す.実験装置は二枚平 行のガラス盤(上部ガラス盤,下部ガラス盤)を有しており, このガラス盤間(層厚)を土粒子間隙と模擬している.上部ガ ラス盤、ロードセル、マイクロメータを接合し、マイクロ メータで上部ガラス盤の高さを調整することで層厚を決定 し、そこに薬液を注入する.このとき実験装置に用いたガ ラス盤は透明ガラスとすりガラスの二種類を使用した. こ れは、すりガラスを用いることでアンカー効果による、よ り強固な結合を期待したことによる.また,ガラス盤直径 は 2.5, 5.0, 7.5 cm の 3 種類を用い寸法効果についても検討 を行った. 溶液型薬液は、ゲル化やゲルの高分子化によっ て体積変化が生じる。本試験ではこの体積収縮に伴い、ガ ラス盤に引張応力が発生すると想定し、ロードセルにより



図 2

キーワード 体積収縮,強度発現メカニズム,拘束効果

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 地盤環境工学研究室 TEL.03-5707-2202 E-mail:g1518035@tcu.ac.jp

収縮圧力を測定した.また,直径 5.5cm のアクリル円筒を 上部ガラス板と下部ガラス板を覆いこむように被せ,横方 向の拘束を加えることで,ガラス盤間のゲルの横方向収縮 を防いだ.なお,実験装置は恒温恒湿槽内に静置し,温度 20℃,湿度 90%以上を保つ状態にて測定を行った.

## <u>3-2. 実験結果及び考察</u>

本試験では、すりガラスと透明ガラスの二種類のガラス 板を用い, 層厚 0.5mm の条件にて実験を行った. また, 試 験に用いた薬液は体積収縮の大きいシリカゾルであり、そ のシリカ濃度は6%のものである.図3にガラス盤直径 5.0cm, 図4にガラス盤直径2.5cm, 図5にガラス盤直径7.5cm における収縮圧力と材令日数の関係を示す.いずれのケー スにおいても、シリカゾルの体積収縮に伴い収縮圧力が発 生し、最大収縮圧力に到達した後は、急激に低下する傾向 を示した. 収縮圧力が急激に低下する要因としては、ガラ ス板とゲルが完全に剥離したことが原因として想定される. 図4より, ガラス盤直径 2.5cm を用いたケースでは, 最大 収縮圧力及び到達までの材令日数、グラフの挙動は透明ガ ラス・すりガラスともにほぼ同じ値を示した.これは、実 験に用いる薬液量が少なかったため結果に差が出にくかっ たことが考えられる.図5については、すりガラスのケー スで数回にわたり、収縮圧力が下降していることが確認で きる.これは、ゲルとガラス盤が部分的に剥離したため、 剥離していない部分で収縮圧力が上昇したことが原因とし て考えられる.透明ガラスのケースでは瞬間的に収縮圧力 が Okpa を示している. これは測定中にノイズが入ってしま い、正確な収縮圧力の測定ができなったことが原因と考え られる.これらの実験結果について、最大収縮圧力及び破 断までの材令日数に着目する. すりガラスと比べ, 透明ガ ラスのケースでより大きな値を示すことが、全ケースにお



いて確認できた.このような結果となった原因として,すりガラスの凹凸の奥まで,脱気を行っても除ききれなかった空気が入り込み,その影響を受けやすくなった可能性が考えられる.

次に、ガラス板直径による収縮圧力の継時変化に着目する.図3,4,5より破断までの材令日数や収縮圧力の挙 動はガラス板直径により変化しており、その最大収縮圧力はガラス板直径 2.5cm < 7.5cm ≦5.0cm であることが確認 できた.再現性の確認として、活性シリカコロイド 29%を用いて実験を行ったが、同様の傾向を示した.これらの ことより、ガラス板直径 5.0cm、かつ透明ガラスのケースが最も高い収縮圧力を測定することが確認出来た.よっ て、このケースが収縮圧力測定に最も適したケースであると推測できる.

# 《参考文献》

1) 島田俊介,米倉亮三,和田貴子,陣内直樹:活性複合シリカグラウトの開発,pp1125-1126,第37回地盤工学研究発表会論 文集,2002 2) 諏訪ら:薬液改良体の強度予測に影響する改良体構成要素の諸特性,第41回地盤工学研究発表会,D-06,395, pp.789-790,2006 3) 滝浦ら:薬液注入材の強度発現メカニズム及び 耐久性に関する研究,東京都市大学大学院修士論文,2018